

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЕ ДИАПАЗОНА ИЗМЕРЕНИЙ ПРОВОДИМЫХ С ПОМОЩЬЮ ТВЕРДОМЕРА РОКВЕЛА.

Леонтьев П.А.

к. т. н., доцент Заяц Л.Ц.

Пермский государственный технический университет, гПермь.

В исследовательской практике часто возникает необходимость оценки распределения твёрдости по глубине градиентного слоя. Сейчас оценка твёрдости градиентного слоя проводится на срезе слоя на приборах типа ТП, это занимает много времени и предполагает разрушение объекта исследования. Приборы типа ТП имеются в арсенале далеко не каждой заводской лаборатории. Наиболее широко, на данный момент в России распространены приборы типа ТК, измеряющие твёрдость по методу Роквелла. Актуальной является задача создания методики определения твёрдости градиентных слоёв на устройствах типа ТК без разрушения объекта.

Для этой задачи предлагается расширить диапазон нагрузок, чтобы по разной глубине вдавливания оценить твёрдости материала на разных глубинах.

Также важной является способность устройства Роквелла фиксировать интегральную (пластическую и упругую) глубину проникновения индентора, в момент приложения нагрузки. По разнице между глубиной вдавливания под действием нагрузки и после её снятия, возможна оценка упругих свойств исследуемого материала.

Для расширения диапазона нагрузок необходимо было установить для используемого в эксперименте соотношения фактического груза, устанавливаемого на подвеску, и соответствующей ему нагрузки на инденторе. Основываясь на этих данных, используя стандартные подвеску и грузы от прибора Виккерса, нагрузку варьировали от 20 до 160 кг.

Было установлено что геометрические параметры отпечатка существенно отличаются от формы индентора, следовательно математическая модель аналогичная моделям, существующим для методов Бринеля и Виккерса, к методу Роквелла не применима.

Для испытаний использовали стандартные стальные эталонные плитки, со следующими значениями твёрдости: 23HRC (230HV), 29,3HRC (293HV), HV30=460, HV100=495, 43HRC (430HV), 83,6 HRA (900HV).

Нагрузку варьировали от 20 до 160 с шагом 20 кг. Определяли глубину упруго- пластического отпечатка $h_{y-п}$, глубину пластического отпечатка $h_п$ и глубину соответствующей упругой деформации $h_y = h_{y-п} - h_п$. Глубину h определяли по формуле $h = (100 - HR) * 2, \text{мм}$. При этом для упруго-пластической деформации принимали отчёт по шкале соответствующий остановке стрелки в момент нагружения, а для пластической, после снятия нагрузки. По результатам полученных данных были построены графики зависимости глубины вдавливания индентора от прилагаемой нагрузки. График такой зависимости для эталонной плитки 83,6 HRA приведены на рисунке 3.

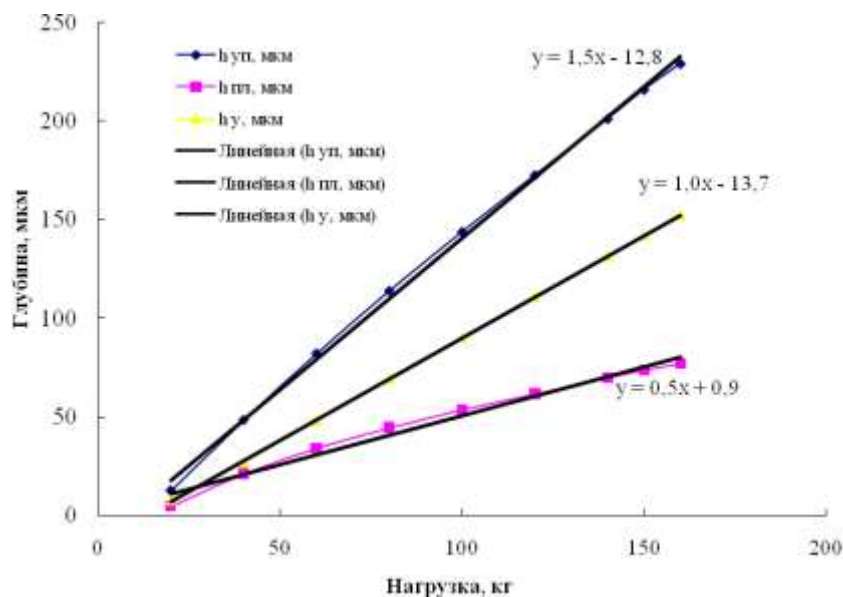


Рис. 3. Зависимость глубины вдавливания индентора от прилагаемой нагрузки, полученные на плитке 83,6 HRA.

Анализ результатов показывает, что упругая деформация не зависит от твёрдости материала и на всех образцах подчиняется пропорциональной зависимости $h=1 \cdot P-13(\text{мкм})$. Такой характер упругого поведения материала позволяет предположить, что коэффициент k в этой зависимости может быть использован в качестве упругой константы материала.

Для проверки этого положения предлагается сделать серию аналогичных экспериментов для других материалов.

Ввиду невозможности использования математической модели, по определению физического смысла твёрдости методом Роквелла, на основе полученных экспериментальных данных была построена эмпирическая модель, связывает твёрдость однородного материала с полученной глубиной пластического вдавливания, для данной нагрузки.

Данные, сводили в единую таблицу и строили графики зависимости твёрдости от глубины вдавливания, для различных нагрузок.

Кривые аппроксимируются логарифмическими зависимостями

- | | |
|---|---|
| 1- (20кгс) $y = -609,0\text{Ln}(x) + 1797,2$ | 5- (100кгс) $y = -$ |
| $885,69\text{Ln}(x) + 4383$ | |
| 2- (40кгс) $y = -835,94\text{Ln}(x) + 3417$ | 6- (120кгс) $y = -$ |
| $887,77\text{Ln}(x) + 4517,1$ | |
| 3- (60кгс) $y = -868,46\text{Ln}(x) + 3918,2$ | 7- (140кгс) $y = -904,88\text{Ln}(x) +$ |
| $4702,6$ | |
| 4- (80кгс) $y = -879,19\text{Ln}(x) + 4192,1$ | 8- (150кгс) $y = -950,84\text{Ln}(x) +$ |
| $4976,2$ | |

При помощи построенных графиков (рисунок 4) можно проводить оценку твёрдости, по глубине вдавливания для заданной нагрузки. Это позволит оценивать распределение твёрдости по глубине градиентного слоя. На

рисунке 5 представленные результаты измерений твёрдости проведённые предложенным методом, для обезуглероженного слоя в сравнении с измерениями твёрдости на срезе, методом микротвёрдости. Прослеживается корреляция между получаемыми данными, что говорит о возможности использования предложенного метода для оценки градиентных слоёв.

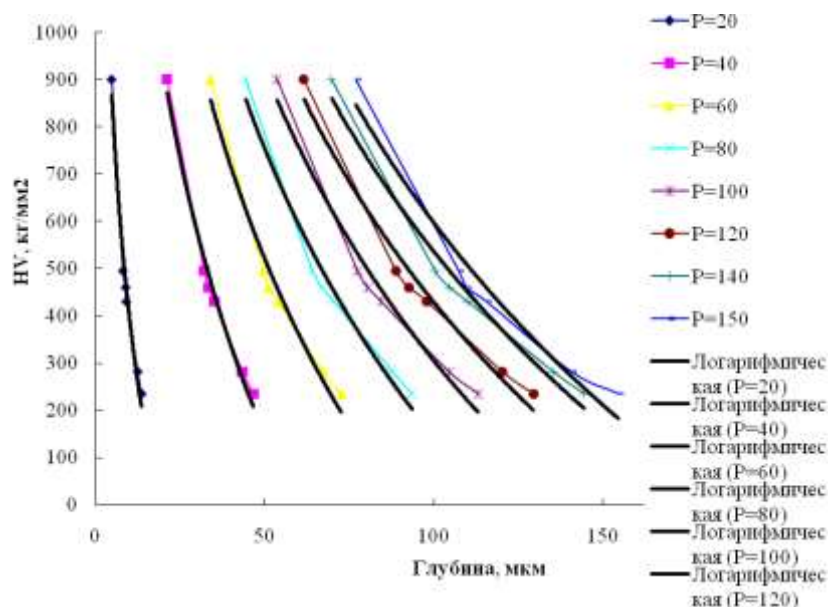


Рисунок 4. Зависимость твёрдости от глубины вдавливания, для различных нагрузок

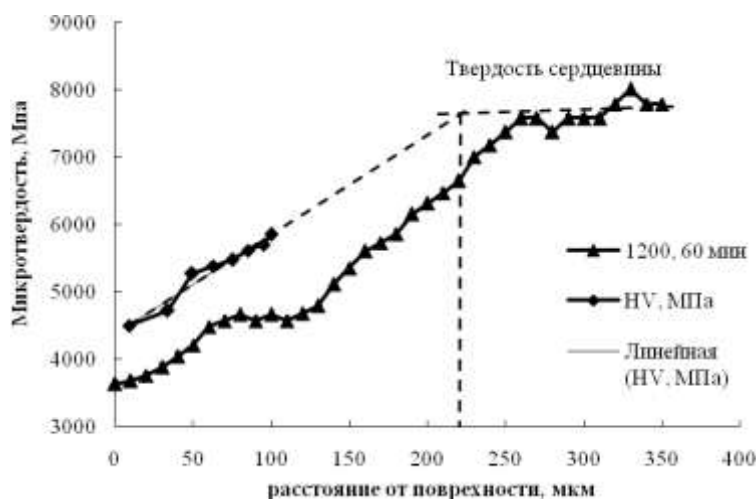


Рисунок 5. Распределение твёрдости обезуглероженного слоя по глубине.

Вывод:

В ходе проделанных работ, были получены экспериментальные кривые, позволяющие оценить твёрдость по глубине вдавливания, для различных нагрузок, отличных от стандартных. Была проведена проверка применимости разработанного метода для изучения градиентных слоёв. По характеру аппроксимирующих прямых для упругой деформации, можно делать вывод о связи угла наклона этих прямых и упругих характеристик материала.